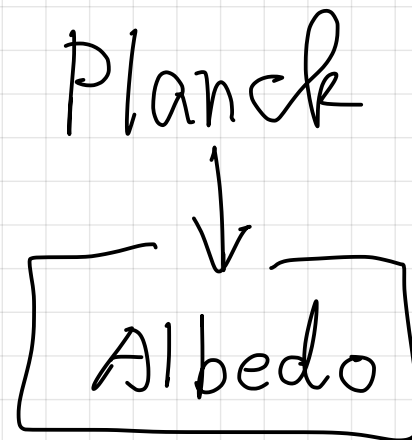
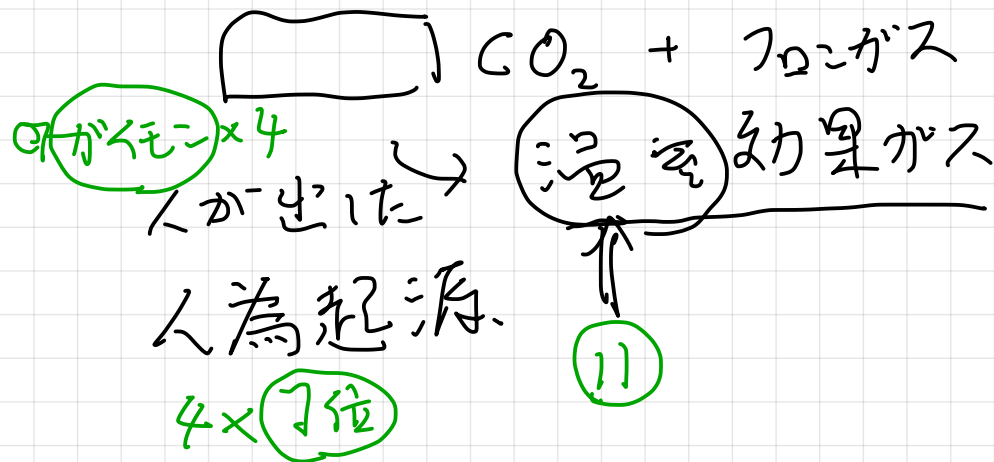


23/5/16

# Global Warming 地球温暖化



23/5/16

ギブスの正準集団  
Gibbs (標準的)

相加的

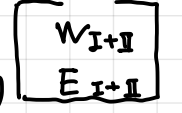


$$E_{I+II} = E_I + E_{II}$$

伝熱  
伝導  
対流

$$W_{I+II} = \exp(-E_{I+II}) = \exp(-E_I - E_{II}) = \exp(-E_I) \cdot \exp(-E_{II}) = W_I \cdot W_{II}$$

相乘的



確率  
probability

$$P(E) = \frac{\exp(-\frac{E}{kT})}{\int \exp(-\frac{E}{kT})}$$

$$\langle E \rangle = \frac{\sum_{E_n} E_n P(E_n)}{\int \exp(-\frac{n\epsilon}{kT})} = \frac{\int_0^\infty n\epsilon \exp(-\frac{n\epsilon}{kT})}{\int_0^\infty \exp(-\frac{n\epsilon}{kT})}$$

等比級数

$$\sum x^n = \frac{1}{1-x}$$

$$= \frac{-\epsilon \frac{d}{dx} \sum \exp(-nx)}{\sum \exp(-nx)} = \frac{-\epsilon (1 - \exp(-x))^{-2} (-1)}{\frac{1}{1 - \exp(-x)}} = \epsilon \frac{1}{e^x - 1}$$

# Planckの法則

[1900]

< 改变 > 分母 n-1 になる?

2ヶ月後の正解  
整数 ← 2ν ← 量子化

$$E_n = n h \nu = (n + \frac{1}{2}) h \nu = n \epsilon$$

$$x = \frac{\epsilon}{kT}$$

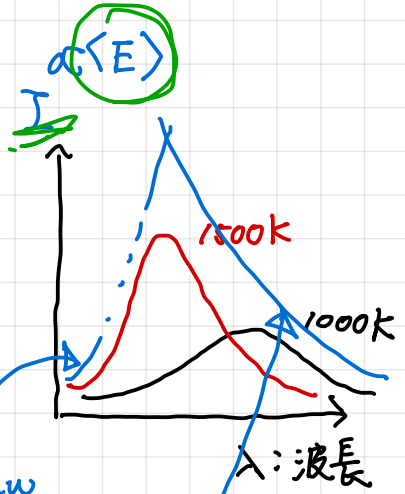
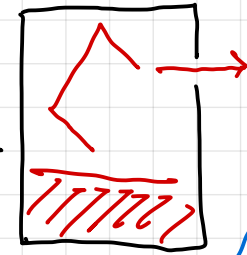
$$\frac{h\nu}{\exp(\frac{h\nu}{kT}) - 1}$$

$$I = \sigma T e^4$$

# Steffan - Boltzmannの法則

Blackbody radiation  
熔鉱炉 melting pot

黑体輻射  
空洞放射



Wien Law

$$E(\nu) = b \nu^3 \frac{1}{e^{c\nu/kT}}$$

Rayleigh-Teans

$$E(\nu) = 2 \frac{4\pi\nu^2}{c^3} k_B T$$

23/5/16

アルベド

(2)

② アルベドを使った

単純な放射モデルから

大気のない地球とある地球の表面温度を算出し

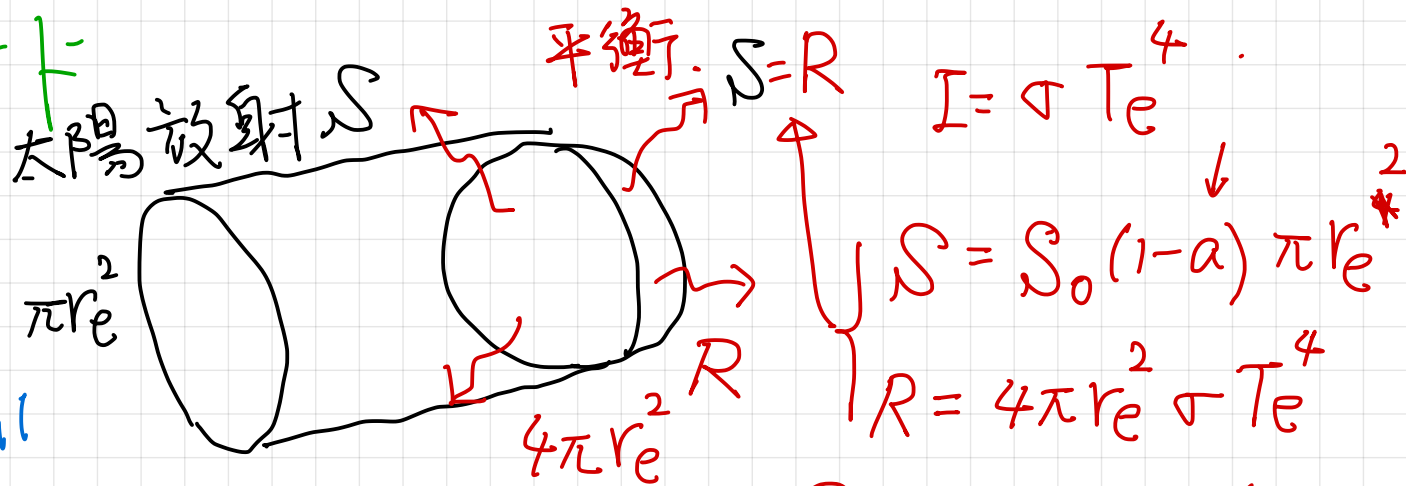
その違いの本質を説明せよ。

① 大気は紫外に透明

赤外に不透明

と言われるか存せか?

温室との一致点をあけて説明せよ。



$$I = \sigma T_e^4$$

$$S = S_0 (1-a) \pi r_e^2$$

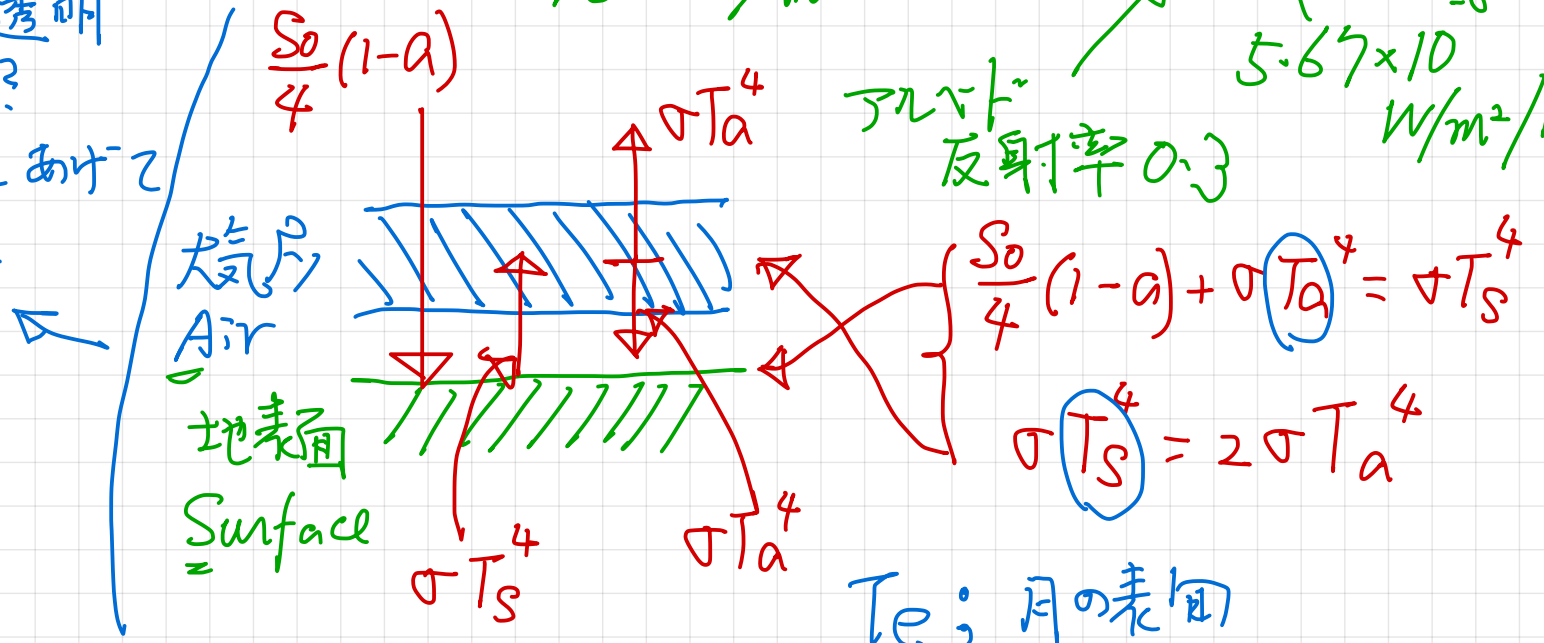
$$R = 4\pi r_e^2 \sigma T_e^4$$

太陽定数  $1370 \text{ W/m}^2$

$$\frac{S_0}{4} (1-a) = \sigma T_e^4$$

アルベド 反射率 0.3

$$5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}$$



$$\frac{S_0}{4} (1-a) + \sigma T_a^4 = \sigma T_s^4$$

$$\sigma T_s^4 = 2\sigma T_a^4$$

$T_e$ ; 月の表面

$T_a, T_s$ ; 地球